

Caracterización y agrupamiento de algunos tipos comerciales de cordero por su perfil sensorial

B. Panea*, G. Ripoll y M. Joy

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón, Avenida de Montañana, 930, 50059 Zaragoza, Spain

Resumen

Se realizó una serie de 8 experimentos para determinar si se podían agrupar diferentes tipos comerciales de cordero criados en condiciones distintas en función del perfil sensorial de su carne. Los animales pertenecían a uno de los siguientes tres troncos raciales: *Ovis aries ibericus*, *ligeriensis* o *studer*. Dependiendo del experimento al que pertenecían, los animales eran machos o hembras, destetados o no, criados en confinamiento o al aire libre y sacrificados a 22-24 Kg. ó 10-12 Kg. El muestreo y cocinado se realizaron siempre de la misma manera y todas las muestras fueron probadas por el mismo panel de cata. El estudio estadístico se hizo mediante un GLM, un análisis discriminante y un análisis de correspondencias múltiples. Se puede concluir que en animales muy jóvenes, la genética fue más importante que otros factores, como el sexo, alimentación o destete, en la definición de las propiedades sensoriales de la carne. El análisis discriminante fue capaz de clasificar los animales por el tronco de pertenencia pero no por la alimentación.

Palabras clave: Alimentación, análisis discriminante, peso al sacrificio, sexo, tronco racial.

Abstract

Characterizing and clustering some commercial lamb types by their sensory profile

To cluster by their sensory profile different commercial lamb-types reared under several feeding systems, a series of 8 experiments had been carried out. Animals belonged to one of the three following trunks: *Ovis aries ibericus*, *ligeriensis* or *studer* they could be males or females, weaned or unweaned, outdoor or indoors, slaughtered at 22-24 Kg. or 10-12 Kg., according to the experiment to which belonged. Sampling and cooking were always the same and all the samples were tested by the same trained panel of nine-members. GLM, discriminant analysis and multiple correspondence analyses were carried out. It could be concluded that in very young lambs, genetic is more important than other factors, such as feed or weaning, in the definition of sensory properties. Discriminate analysis is able to separate animals by trunk but not by the feed.

Key words: Breed trunk, discriminant analysis, feed, slaughter weight, sex.

* Autor para correspondencia: bpanea@aragon.es

<http://dx.doi.org/10.12706/itea.2013.018>

Introducción

En los países de la Europa Mediterránea, el cordero suele venderse como cordero ligero o como lechal. Los primeros se crían en condiciones de confinamiento con libre acceso a concentrado, se destetan hacia los 45 días y son sacrificados a 20-24 Kg. de peso vivo con unos 90 días de edad. Por su parte, los lechales se crían con sus madres o con leche artificial y se sacrifican con 10-11 Kg. de peso vivo y unos 40 días de edad. Sin embargo, el reciente incremento en el precio de los cereales condiciona la rentabilidad de las explotaciones ovinas y ha puesto en entredicho el uso de estos manejos tradicionales. Como consecuencia de ello, algunos estudios han demostrado que un nuevo enfoque de la producción, orientado a los sistemas ligados a la tierra, sería una opción beneficiosa (Carrasco et al. 2009a). No obstante, los cambios en las condiciones de cría de los animales pueden afectar a la calidad sensorial de su carne (Sañudo et al., 1998b). La raza, el sexo, la edad, el destete, la dieta y el peso al sacrificio son los principales factores que determinan la calidad sensorial de la carne (Sañudo et al., 1998b) aunque los resultados encontrados en la bibliografía sobre el efecto de los mismos no son consistentes e incluso son a veces contradictorios. Así, por ejemplo, estudios con razas cárnicas pesadas han demostrado que no existen diferencias de terneza entre razas (Dransfield et al., 1979; Solomon et al., 1980; Ellis et al., 1997), mientras que con razas ligeras, la raza es uno de los factores determinantes de la terneza (Sañudo et al., 1997, Martínez-Cerezo et al., 2005, Teixeira et al., 2005). En cuanto al sexo, la mayoría de los autores coinciden al señalar que no hay diferencias en terneza cuando se comparan machos castrados y hembras (Kemp et al., 1976; Hawkins et al., 1985; Ellis et al., 1997) pero cuando se comparan machos enteros y hembras encontramos trabajos en los que no se detectaron de diferencias

entre sexos (Crouse et al., 1978, Teixeira et al., 2005, Panea et al. 2010), trabajos en la que la carne de los machos resultó más tierna (Buttler-Hogg et al., 1984; Dransfield et al., 1990) y trabajos en los que era la carne de las hembras la más tierna (Alvi, 1980; Valdimarsdottir et al., 1998). Igualmente, cuando se considera el peso al sacrificio, algunos autores no encuentran diferencias en la terneza (Sañudo et al., 1996; Teixeira et al., 2005), mientras que otros concluyen que sí existe un efecto del mismo (Martínez-Cerezo et al., 2005). De manera similar y atendiendo al sistema de alimentación o a la dieta, Summers et al. (1978) y Kemp et al. (1981) no encontraron ninguna diferencia en la terneza cuando compararon animales criados con trébol, concentrado o ambos, pero por el contrario, Paul et al. (1964) o Crouse et al. (1978) observaron que la terneza era mayor en animales criados con concentrado que en aquéllos criados con pasto.

Independientemente del sistema de cría, tanto el cordero ligero como el lechal son considerados por el consumidor español como productos de una alta calidad (Sañudo et al., 1998a). La carne se ha vendido tradicionalmente a granel, pero cada vez más, y sobre todo desde el uso masivo de barquetas en los supermercados, se vende etiquetada y con una marca. A pesar de ello, la información contenida en las etiquetas es frecuentemente escasa y productos similares en apariencia pueden proceder de razas distintas criadas en condiciones diferentes. Por lo tanto, para definir el producto comercial y proteger el interés de los consumidores, parece razonable comparar las propiedades sensoriales de diferentes tipos de cordero. La hipótesis de trabajo es que condiciones similares de manejo deberían conferir a la carne un perfil sensorial similar, es decir, que existe un patrón común que define el perfil sensorial de la carne en función del manejo al que se someten los animales. Por lo tanto, el objetivo

del presente trabajo fue investigar si es posible agrupar diferentes tipos de cordero criados en condiciones diferentes por las características sensoriales de su carne.

Material y métodos

Los datos utilizados provienen de una serie de 8 experimentos. Los experimentos difieren en las condiciones de cría de los animales, pero el muestreo, cocinado y procedimiento de cata fue siempre el mismo y en todos los casos fue realizado por el mismo equipo investigador. Asimismo, todas las muestras fueron evaluadas por el mismo panel sensorial.

Animales y manejo

Experimento 1. Se estudió el efecto de la dieta sobre las características de la canal y de la carne de corderos ligeros (Carrasco et al., 2009a,b). Se utilizaron 48 machos de la raza Churra Tensina procedentes de parto simple y criados en cuatro sistemas diferentes: *Pastoreo (P)*: tanto los corderos como las madres estuvieron permanentemente en pradera. Ni las hembras ni los corderos tuvieron acceso al concentrado. Los corderos mamaron y pastorearon desde el nacimiento hasta el sacrificio. *Pastoreo con suplemento para los corderos (PS)*: El mismo manejo que en P pero los corderos recibieron concentrado *ad libitum* hasta el sacrificio. *Corderos estabulados con hembras en pastoreo (PE)*: los corderos permanecieron estabulados y fueron destetados a los 45 días de edad y alimentados con concentrado mientras que las ovejas pastaban durante 8 horas al día (desde 08:00 hasta 16:00) y recibían un suplemento de 0.5 Kg. MS de cebada/día. Este sistema intentaba reproducir el manejo más habitual en Aragón. *Estabulación (E)*: Tanto las madres como los corderos estaban permanentemente estabulados. Las ovejas tenían acceso libre a un uni-

feed seco (110 g CP, 681 g NDF, sobre material seca) y los corderos disponían de concentrado *ad libitum*. Los corderos se destetaron a los 45 días de edad. Los datos del análisis sensorial de este experimento han sido publicados en Panea et al. (2011a). La Churra Tensina es una raza de lana basta perteneciente al tronco *Ovis aries studeri* (Sierra, 2002a), por lo que todos los animales de este experimento han sido codificados como S. Por lo tanto, en el experimento 1 tenemos los grupos designados como *S-P*, *S-PS*, *S-PE* y *S-E* (véase la Tabla 1).

Experimento 2. Los mismos manejos que en el Experimento 1 pero utilizando 48 machos de la raza Rasa Aragonesa. Los animales pastorearon alfalfa en lugar de pradera natural. Pueden encontrarse más detalles en Ripoll et al. (2008). La Rasa Aragonesa pertenece al tronco *Ovis aries ligeriensis* (Jordana y Ribó, 1991), por lo que todos los animales de esta raza se han codificado como L, teniendo en consecuencia 4 grupos: *L-P*, *L-PS*, *L-PE* y *L-E* (Tabla 1).

Experimento 3. Este experimento pretendía comparar el efecto del peso al sacrificio. Se evaluaron dos manejos en la raza Churra Tensina. El primero fue pastoreo con suplemento para los corderos (*PS*), como en el experimento 1; el segundo fueron corderos lechales (*M*), alimentados únicamente con leche y sacrificados a 9-12 Kg. de peso vivo y 35 días de edad. Los códigos para este experimento son *S-P* y *S-M* (Tabla 1). Para más detalles sobre el mismo, véase Sanz et al. (2008).

Experimento 4. El objetivo fue comparar el efecto del sexo (machos o hembras) de animales criados con dos manejos diferentes (pastoreo o estabulación, tal y como se describen en las condiciones P y E del Experimento 1), sobre las características de la canal y de la carne de 32 corderos ligeros de raza Rasa Aragonesa. Para ampliar detalles, consúltese Álvarez-Rodríguez et al. (2011). Los códigos de este experimento son *L-P* y *L-E* (Tabla 1).

Tabla 1. Resumen de las condiciones experimentales de cría de los corderos: tronco, raza, peso de sacrificio, sexo, dieta y presencia o no de destete. Código experimental y número de animales
 Table 1. Summary of the experimental rearing conditions of lambs: trunk, breed, sex, diet and presence or not of weaning. Experimental code and number of animals

Experimento	Tronco	Raza	Peso sacrificio	Sexo	Dieta	Destete	Código experimental	n
1	Studer (S)	Churra	Cordero ligero (22-24 Kg)	Machos	Pastoreo Pastoreo+ suplemento Estabulación Estabulación- madres en pastoreo	No No Sí Sí	S-P S-PS S-E S-PE	4 4 4 4
2	Ligeriensis (L)	Rasa Aragonesa	Cordero ligero (22-24 Kg)	Machos	Pastoreo Pastoreo+ suplemento Estabulación Estabulación- madres en pastoreo	No No Sí Sí	L-P L-PS L-E L-PE	12 12 12 12
3	Studer (S)	Churra	Cordero ligero (22-24 Kg)	Machos	Pastoreo+ suplemento	No	S-PS	5
		Churra	Lechal (10-11 kg)	Machos	Leche	No	S-M	5
4	Ligeriensis (L)	Rasa Aragonesa	Cordero ligero (22-24 Kg)	Machos Hembras Machos Hembras	Pastoreo Estabulación- madres en pastoreo	No Sí	L-P L-E	16 16
5	Ibericus (IB)	Ojalada u Ojinegra	Lechal (10-11 kg)	Machos	Leche	No	IB-M	42
6	Ligeriensis (L)	Rasa Aragonesa	Lechal (10-11 kg)	Machos Hembras	Leche	No	L-M	6 6
		Ansotana	Lechal (10-11 kg)	Machos Hembras	Leche	No	L-SK	6 6
7	Ligeriensis (L)	Rasa Aragonesa	Cordero ligero (22-24 Kg)	Machos	Estabulación	Sí	L-E	27
			Lechal (10-11 kg)	Machos	Leche	No	L-M	9
8	Ligeriensis (L)	Rasa Aragonesa	Cordero ligero (22-24 Kg)	Machos	Estabulación	Sí	L-E	24

Experimento 5. El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad de la canal y de la carne de corderos lechales de dos razas pertenecientes al tronco *Ovis aries ibericus* (Jordana and Ribó, 1991; Sierra, 2002b). En el experimento se utilizaron 21 animales de la raza Ojinegra y 21 animales de la raza Ojalada, amparada esta última por la I.G.P. "Lechazo de Castilla y León". Todos los animales se alimentaron exclusivamente con leche de sus madres hasta el sacrificio, a los 10-11 Kg. de peso vivo. Los datos del análisis sensorial están publicados en Panea et al. (2011b). El código para este experimento es **IB-M** (Tabla 1).

Experimento 6. Los animales de este experimento eran de raza Ansotana, que pertenece al tronco *Ovis aries ligeriensis* (Jordana and Ribó, 1991, Sierra, 2002b). Esta raza se cría habitualmente para ofrecer al mercado corderos ligeros y el objetivo del experimento fue estudiar la oportunidad de criar lechales, comparando la calidad de su carne con sus posibles competidores en el mercado. Para ello, se utilizaron 12 animales (6 machos y 6 hembras) que fueron criados exclusivamente con leche materna hasta el sacrificio, con 10-11 Kg. de peso vivo. La carne de estos animales se comparó con la de la raza Rasa Aragonesa, incluyendo también 6 machos y 6 hembras, criados y sacrificados en las mismas condiciones. Los detalles sobre el experimento pueden consultarse en Panea et al. (2010). Para todos los animales de este experimento, el código es **L-M** (Tabla 1).

Experimento 7. Este experimento pretendía determinar la capacidad del consumidor para discriminar entre la carne de cordero y la de lechal. Se comparó la carne de 9 lechales con la de 27 corderos ligeros (estándar, ecológicos o con I.G.P., 9 de cada tipo), todos ellos de la raza Rasa Aragonesa. Como en los otros experimentos, los lechales permanecieron con sus madres hasta el sacrificio, a los 10-11 Kg. de peso vivo, mientras que los corderos ligeros se criaron según lo descrito en el lote "es-

tabulado" (E) del Experimento 1. Los códigos en el presente trabajo son **L-M** y **L-E** (Tabla 1).

Experimento 8. Se pretendía comparar el efecto del alelo FECX² del gen de prolificidad BMP15 sobre algunas características de la canal y de la carne de animales de raza Rasa Aragonesa. Los corderos se criaron siguiendo el sistema "estabulado" (E) descrito en el Experimento 1. Para ampliar detalles véase Roche et al. (2012). El código de este experimento es **L-E** (Tabla 1).

En la Tabla 1 se resumen las razas, el tronco de pertenencia de cada raza, los códigos experimentales, sexos, dietas, pesos vivos y la existencia o no de destete del material animal utilizado.

Sacrificio y muestreo

Todos los animales se sacrificaron de acuerdo con las leyes de la UE en el matadero más cercano a la explotación. Los procedimientos de sacrificio están de acuerdo con las recomendaciones de la Directiva 86/609/EEC (1986) sobre protección de animales utilizados en experimentación animal y otros propósitos científicos.

Todas las canales se enfriaron durante 24 h a 4°C. Posteriormente, se extrajo el músculo *Longissimus lumborum* y las muestras, envasadas al vacío, se maduraron durante 3 días a 4°C en oscuridad y se congelaron a -20°C, manteniéndose en congelación hasta el día del análisis.

Análisis sensorial

El día del análisis, las muestras se descongelaron, siempre dentro de la bolsa de vacío, por inmersión en agua corriente a una temperatura 17-19°C. Tras abrir la bolsa, los lomos fueron envueltos en una hoja de papel de aluminio y cocinadas en un grill de doble placa precalentado a 200°C (SAMMIG P8D-2; C)

hasta alcanzar una temperatura interna de 70°C, que fue controlada con la ayuda de un termopar (JENWAY 2000). Se eliminó de cada lomo el tejido conjuntivo externo y se cortó cada lomo en submuestras de 2x2 cm, que fueron envueltas individualmente en papel de aluminio previamente codificado. Las muestras se sirvieron en las cabinas de cata, donde se mantuvieron calientes a 50°C hasta que se probaron. Las muestras fueron servidas aleatoriamente a un panel entrenado (ISO 8586-1, 1993) de 9 miembros, que trabajó con luz roja para enmascarar las diferencias de color. Los atributos analizados fueron intensidad de olor a cordero, terneza, jugosidad, intensidad de flavor a cordero, intensidad de flavor a grasa y apreciación global, utilizándose para ello una escala de 100 puntos en la que 1 correspondía al valor más bajo y 100 al más alto para cada uno de los atributos.

sis GLM con el tronco, sexo, dieta y destete como efectos fijos y con el peso al sacrificio anidado dentro del efecto dieta. Posteriormente, se realizó un ANOVA de una vía con el tipo de cordero (definido como la combinación de tronco-dieta, véase Tabla 1) como efecto fijo y se calcularon las diferencias entre medias mediante el tests de Tukey, considerando como significativo el nivel $P < 0,05$. Para discriminar entre tipos de cordero por las variables estudiadas, se realizó un discriminante por pasos sucesivos. Finalmente, para mostrar las similitudes entre tipos de corderos para cada una de las variables en estudio, se llevó a cabo un análisis de correspondencias múltiples por el procedimiento normalizado y se han dibujado las proyecciones de cada tipo de cordero en cada una de las variables consideradas.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se hizo utilizando el paquete SPSS Statistical 19. La influencia de cada efecto considerado sobre las variables estudiadas se determinó mediante un análisis

Resultados y discusión

La Tabla 2 muestra los resultados del análisis GLM con el tronco, sexo, dieta y destete como efectos fijos. El tronco tuvo efecto sobre todas las variables estudiadas ($P < 0,001$)

Tabla 2. Significación (valor de p) del tronco, sexo, dieta y destete sobre las características sensoriales de 232 muestras de carne de cordero obtenidas de varios experimentos distintos. Las interacciones no significativas o sin casos no se muestran

Table 2. Significance (p-value) of the trunk, sex, diet and weaning on the sensory characteristics of 232 lamb meat samples obtained from several different experiments. No significant or no cases interactions are not shown

	Tronco racial (T)	Sexo (S)	Dieta (D)	Destete (M)	T*D	D*M
Intensidad de olor a cordero	0,000	0,040	0,004	0,158	0,846	0,194
Terneza	0,000	0,963	0,000	0,554	0,003	0,000
Jugosidad	0,134	0,912	0,216	0,404	0,209	0,000
Intensidad de flavor a cordero	0,000	0,239	0,069	0,460	0,202	0,417
Intensidad de flavor a grasa	0,000	0,190	0,477	0,777	0,727	0,681
Apreciación global	0,001	0,025	0,120	0,305	0,978	0,279

excepto la jugosidad ($P > 0,05$). El sexo y la dieta tuvieron escasa influencia sobre las variables en estudio y así, el sexo sólo afectó a la intensidad de olor a cordero ($P < 0,05$) y a la apreciación global ($P < 0,05$) mientras que la dieta sólo afectó a la terneza ($P < 0,001$). Por último, el destete no tuvo efecto sobre ninguna de las variables estudiadas.

La Tabla 3 muestra los resultados del ANOVA con el tipo de cordero (definido como combinación tronco-dieta) como efecto fijo, así como las medias de cada atributo para cada tipo de cordero. El tipo de cordero afectó a todas las variables estudiadas ($P < 0,001$). No se ha encontrado un patrón general en las relaciones entre apreciación global y las otras variables. De hecho, se hizo una regresión para predecir la apreciación global a partir del resto de las variables y el coeficiente fue de $R = 0,446$. Los corderos del tipo *S-PS* presentaron los valores más altos de intensidad de olor a cordero, flavor a cordero y flavor a grasa, mientras que los del tipo *L-PS* presentaron los valores más altos para la terneza, la jugosidad y la apreciación global.

El resultado del análisis discriminante se muestra en la Figura 1. El valor Lambda de Wilks fue significativo para todas las funciones ($p < 0,001$). El factor 1 explicó el 50,9% de la variabilidad encontrada y separó los tipos de cordero por la intensidad del flavor a cordero ($r = 0,81$), mientras que el Factor 2 explicó el 22,2% de la variabilidad y discriminó por la terneza ($r = 0,80$) y por la apreciación global ($r = 0,80$). El análisis discriminante separó claramente los tres troncos, independientemente de la dieta. El porcentaje de casos correctamente clasificados en su tipo fue de tan sólo el 18,7% pero el porcentaje de casos correctamente clasificados en su tronco fue del 42,4% (Tabla 4).

La Figura 2 muestra la proyección de los centroides de cada tipo de cordero sobre cada una de las variables consideradas. En cuanto a la intensidad de olor a cordero, puede apre-

ciarse que los cuatro tipos de cordero ligero del tronco S fueron muy similares entre ellos y estuvieron claramente separados del resto de los tipos de animales. La intensidad de flavor a cordero y la intensidad de flavor a grasa siguieron el mismo comportamiento que la intensidad de olor cordero, como era de esperar, ya que estas tres variables están muy relacionadas entre sí. Por lo que afecta a la terneza, todos los corderos ligeros del tronco S presentaron los valores más bajos, diferentes de los valores registrados para todos los corderos del tronco L. La jugosidad presentó un comportamiento similar. Por último, para la apreciación global puede verse que los cuatro tipos de cordero ligero del tronco S presentaron los valores más bajos, muy relacionados entre ellos y separados del resto. Sin embargo, la apreciación global en los lechales depende de la raza, siendo mayor en el tronco S (tipo 1) que en L (tipo 2) o en el IB (tipo 7).

La alta variabilidad de los datos está de acuerdo con otros estudios (Campo et al., 1999; Martínez-Cerezo et al. 2005). En la bibliografía, el efecto del tronco racial sobre las características organolépticas de la carne rara vez se contempla, pero el efecto de la raza está ampliamente estudiado. Algunos autores han demostrado que la raza afecta a la terneza y a la jugosidad, pero no al resto de las variables sensoriales (Sañudo et al., 1997, Martínez-Cerezo et al., 2005, Teixeira et al., 2005). Las diferencias entre razas disminuyen cuando las condiciones de cría son similares (Alcalde et al., 1999) y en general se acepta que a edades muy tempranas (menos de 100 días al sacrificio), no existen grandes diferencias entre razas en intensidad de flavor (Hernando et al., 1996; Sañudo et al., 1996). En el presente estudio hemos encontrado un efecto significativo de la raza sobre las variables sensoriales que puede deberse al diferente manejo seguido en los ocho experimentos (peso al sacrificio y dieta, principalmente), independientemente de la edad del animal.

Tabla 3. ANOVA con el tipo de cordero (combinación tronco-dieta) como efecto fijo.
Significación (valor de p), medias y error estándar de la media
Table 3. ANOVA with the type of Lamb (combination trunk-diet) as a fixed effect.
Significance (p-value), mean and standard error of the mean

Tipo de cordero (tronco-dieta)	Intensidad de olor a cordero (1-100)	Terneza (1-100)	Jugosidad (1-100)	Intensidad de flavor a cordero (1-100)	Intensidad de flavor a grasa (1-100)	Apreciación global (1-100)
IB-M	47,5 cd	60,4 bc	53,1 ab	64,1 ab	42,9 de	50,1 abc
L-M	47,5 cd	61,6 bc	50,8 b	58,1 bc	44,0 cde	46,4 bc
L-P	49,9 bcd	64,0 abc	57,7 ab	60,0 bc	45,3 bcde	54,2 ab
L-PS	50,7abcd	71,7 a	61,6 a	60,3 abc	44,3 cde	57,1 a
L-E	45,5 d	60,5 bc	53,8 ab	52,7 c	39,5 e	50,5 abc
L-PE	50,3 abcd	66,4 abc	57,8 ab	60,3 bc	46,4 bcde	53,9 abc
S-M	56,8 abc	68,5 ab	58,5 ab	63,7 ab	49,5 abcde	47,6 abc
S-P	58,0 ab	60,3 bc	52,3 ab	64,5 ab	57,7 ab	43,9 c
S-PS	59,9 a	60,2 bc	50,8 b	69,7 a	60,7 a	45,7 bc
S-E	55,9 abc	60,7 bc	54,0 ab	63,0 ab	53,8 abcd	46,2 bc
S-PE	59,8 a	57,2 c	54,3 ab	65,7 ab	56,1 abc	51,7 abc
Media global	48,9	62,7	54,8	58,4	44,1	50,8
e.e.	0,395	0,406	0,431	0,387	0,519	0,409
Sig. (p)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

IB- Tronco *Ovis aries ibericus*; L- Tronco *Ovis aries ligeriensis*; S- Tronco *Ovis aries studei*.

E- estabulación: ovejas y corderos siempre en confinamiento; P- pastoreo: ovejas y corderos siempre en pasto; PE- pastoreo y estabulación: corderos en confinamiento y ovejas en pastoreo limitado; PS- pastoreo con suplemento: corderos en pastoreo con suplemento y ovejas en pastoreo; M.- lechal: corderos lactantes.

a, b.- superíndices distintos en la misma columna implican diferencias estadísticas entre tipos de cordero ($p < 0.05$).

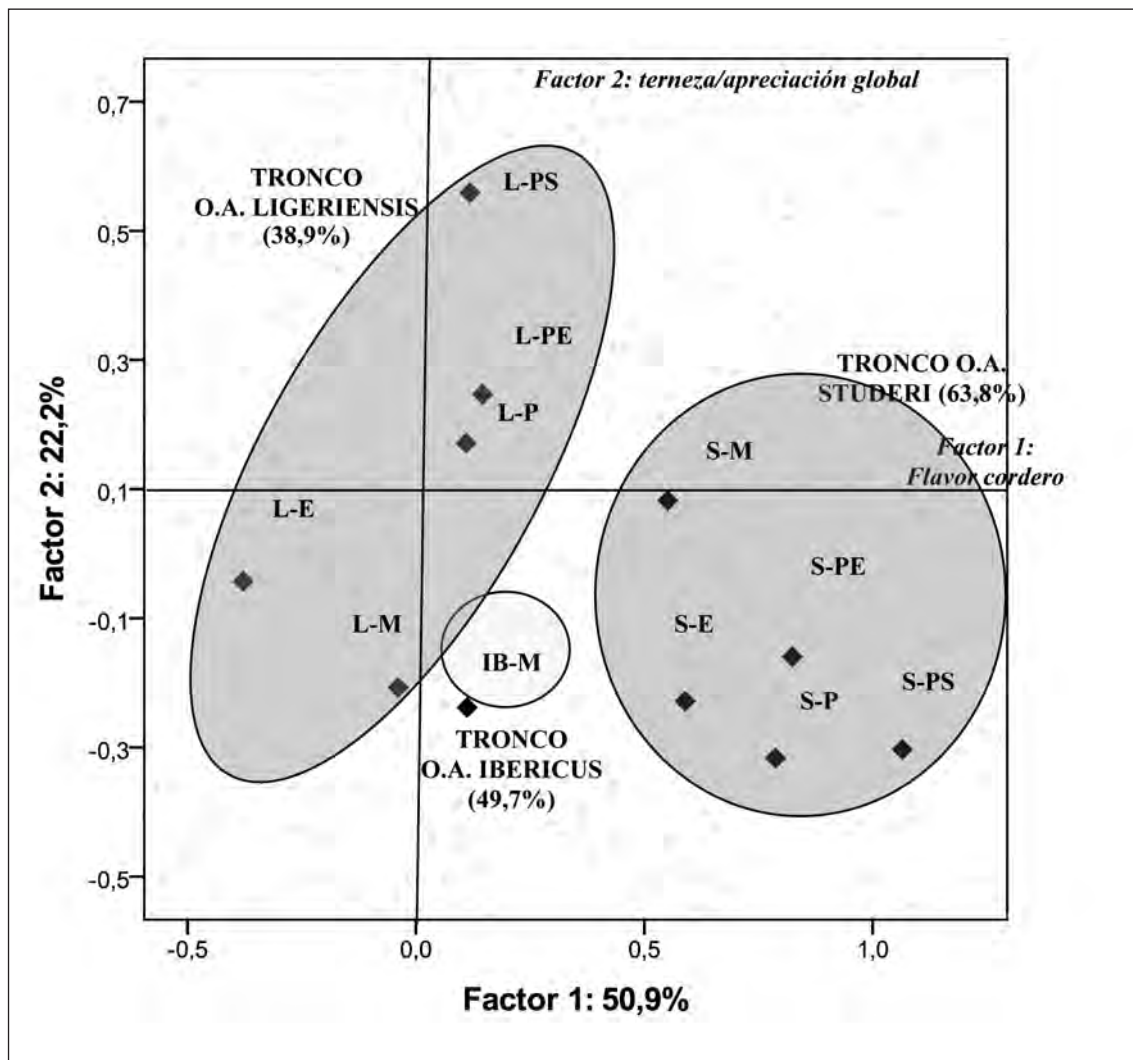


Figura 1. Análisis discriminante con las características sensoriales de 232 muestras de carne de cordero obtenidas de varios experimentos distintos. Al lado de cada tronco se muestra entre paréntesis el porcentaje de casos clasificados correctamente.

IB- Tronco *Ovis aries ibericus*; L- Tronco *Ovis aries ligeriensis*; S- Tronco *Ovis aries studeri*;
 E- estabulación: ovejas y corderos siempre en confinamiento; P- pastoreo: ovejas y corderos siempre en pasto; PE.- pastoreo y estabulación: corderos en confinamiento y ovejas en pastoreo limitado;
 PS- pastoreo con suplemento: corderos en pastoreo con suplemento y ovejas en pastoreo;
 M.- lechal: corderos lactantes.

Figure 1. Discriminant analysis with the sensory characteristics of 232 lamb meat samples obtained from several different experiments. Beside each trunk the percentage of cases correctly classified is shown in parentheses.

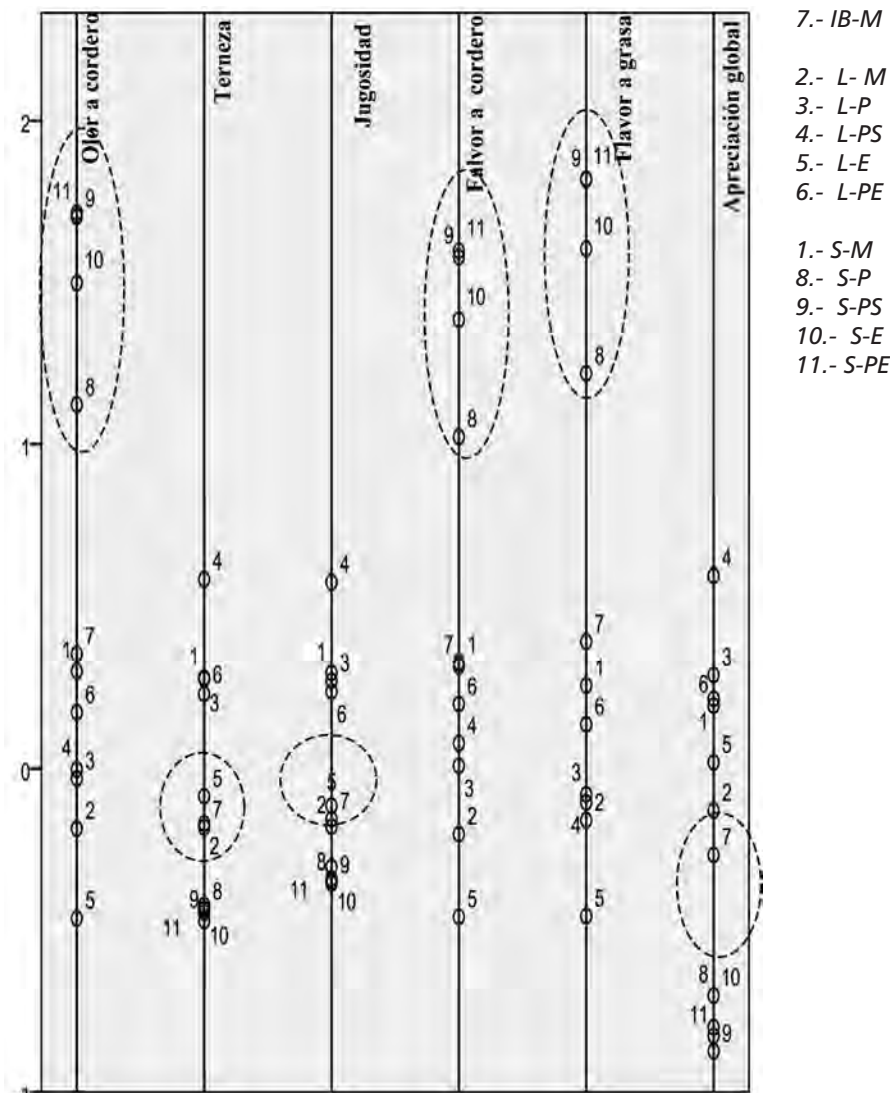


Figura 2. Proyección de los centroides de cada tipo de cordero sobre las características sensoriales de 232 muestras de carne de cordero obtenidas de varios experimentos distintos.

IB- Tronco *Ovis aries ibericus*; L- Tronco *Ovis aries ligeriensis*; S- Tronco *Ovis aries studeri*;
E- estabulación: ovejas y corderos siempre en confinamiento; P- pastoreo: ovejas y corderos siempre en pasto; PE.- pastoreo y estabulación: corderos en confinamiento y ovejas en pastoreo limitado;
PS- pastoreo con suplemento: corderos en pastoreo con suplemento y ovejas en pastoreo;
M.- lechal: corderos lactantes.

Figure 2. Projection of the centroids of each type of lamb on the sensory characteristics of 232 lamb meat samples obtained from several different experiments.

Tabla 4. Porcentaje de casos correctamente clasificados por el análisis discriminante en su tronco de pertenencia
 Table 4. Percentage of cases correctly classified by discriminant analysis in its trunk of belonging

Tronco	Tipos	Grupo de pertenencia pronosticado			Total
		Studer	Ligeriensis	Ibericus	
Studer	1, 8,9,10,11	63,8	14,1	22,1	100,0
Ligeriensis	2,3,4,5,6,	30,0	38,9	31,1	100,0
Ibericus	7	28,1	22,2	49,7	100,0

Según Martínez-Cerezo et al. (2005) en la raza Rasa Aragonesa (L) o en la raza Merina, la terneza y la jugosidad de la carne se incrementan con el aumento del peso al sacrificio, mientras que en la raza Churra (S) no existe una relación entre peso y jugosidad o terneza, indicando que el comportamiento de las razas cárnicas es diferente al de las lecheras. Sin embargo, otros autores no encuentran relación entre el peso de la canal y las propiedades sensoriales de la carne (Sañudo et al., 1996; Teixeira et al., 2005; Oury et al. (2009). En el presente estudio el peso se ha estudiado como un factor anidado dentro de la dieta, ya que todos los animales sacrificados al 10-12 Kg. de peso vivo eran lactantes, mientras que los animales sacrificados a 22-24 Kg. recibieron dietas diferentes en función del experimento. Así, encontramos que, dentro de cada tronco racial, no existe una progresión clara ni de la terneza ni de la jugosidad de la carne con el incremento de peso (de lechal a cordero ligero) y, en general, dentro de cada tronco, las diferencias entre los dos pesos son pequeñas o no significativas. Algunos autores han señalado que el peso al sacrificio afecta a las variables de olor y flavor, que normalmente se incrementan al hacerlo el peso al sacrificio (Martínez-Cerezo et al., 2005; Teixeira et al. 2005, Tejeda et al., 2008). Pollot et al. (1994) describieron que cuando la comparación se hace a igual-

dad de peso de canal, los animales de razas precoces serían en realidad cronológicamente algo mayores que el resto y, en consecuencia, podrían estar algo más engrasados, lo que resultaría en una carne con mayor intensidad de flavor. Sin embargo, los resultados de la bibliografía no son concluyentes.

La falta de efecto del sexo sobre las características sensoriales de la carne coincide con los resultados de la mayoría de los autores (Teixeira et al. 2005; Vergara et al., 1999; Vergara and Gallego, 1999; Tejeda et al., 2008). Sin embargo, este consenso no existe en relación con la terneza. Según Alvi (1980) la carne de los machos enteros era más dura que la de los machos castrados y Valdimarsdottir et al. (1998) mostraron que la carne de las hembras resultaba más tierna que la de los machos enteros. En cuanto al flavor, Jeremiah et al. (1998) encontraron que los machos castrados tenían peores notas de flavor que la de los machos enteros o las hembras, pero en el presente trabajo no se encontraron diferencias entre sexos para los atributos de flavor, lo que podría deberse a que los animales empleados en el presente trabajo eran muy jóvenes y las diferencias de flavor son poco notables en edades tempranas (Hernando et al., 1996; Sañudo et al., 1996).

Fisher et al. (2000) concluyeron que la dieta afecta a las propiedades sensoriales de la

carne de manera más significativa que la raza, lo que estaría en desacuerdo con nuestros resultados. El efecto de la dieta sobre las propiedades sensoriales no está claro en la bibliografía y los resultados descritos son a veces contradictorios. La ingesta de proteína y energía son los dos factores más comúnmente considerados. El contenido en proteína es importante sólo cuando las diferencias entre dietas son significativas, mostrando una relación positiva entre nivel de proteína y la terneza (Kemp et al., 1976; Fhamy et al., 1992). Por otra parte, Solomon et al. (1986) encontraron que los corderos criados con una dieta baja en energía tuvieron una carne más tierna que los animales criados con una dieta rica en energía, pero Paul et al. (1964) o Crouse et al. (1978) observaron una mayor terneza en la carne de animales alimentados con concentrado que en animales alimentados con hierba. La mayoría de los autores recoge que el tipo de forraje no tiene ningún efecto sobre la terneza (Summers et al., 1978, Field et al., 1978, Kemp et al., 1981, Vipond et al., 1995, Hopkins and Nicholson, 1999). Ni el nivel de energía de la dieta (Crouse et al., 1978, Solomon et al., 1986), ni su contenido en proteína (Kemp et al., 1976, 1981), ni el tipo de forraje (Field et al., 1978, Vipond et al., 1995, Hopkins and Nicholson, 1999), tienen efecto sobre la jugosidad, lo que coincidiría con los resultados del presente trabajo.

Se ha descrito que la dieta afecta principalmente al flavor, porque el grado de engrasamiento intramuscular determina en gran parte el perfil sensorial (McCaughey and Cliplef, 1995). Sin embargo, tampoco en este punto la bibliografía es concluyente. Algunos autores han señalado que el olor y el flavor de la carne son similares en los animales criados a pasto o con concentrado (Paul et al., 1964; Solomon et al., 1996), lo que estaría de acuerdo con nuestros resultados, pero otros estudios muestran que las dietas basadas en pastoreo promueven en la carne olores lige-

ramente más intensos que las dietas a base de concentrado (Rousset-Akrim et al., 1997) y que la sustitución de parte del forraje por concentrado reduciría la intensidad de flavor de la carne (Field et al., 1978, Angood et al., 2008). Fisher et al. (2000) describieron que la carne de los animales criados con hierba posee grandes cantidades de ácidos grasos insaturados, como el C18:3 y los PUFA n-3, lo que le confiere mayor intensidad de flavor, mientras que la carne de los animales criados con concentrado posee mayores proporciones de C18:2, lo que se traduce en una carne con menor flavor. Priolo et al. (2002) describieron que el típico flavor a cordero y a grasa era más intenso en la carne de corderos estabulados, mientras que el flavor a hígado era más intenso en la carne de los animales alimentados con hierba. En cuanto a la apreciación global, se ha demostrado que ni el nivel de energía de la dieta (Crouse et al. 1978), ni el contenido en proteína (Kemp et al., 1976) ni el tipo de forraje (Vipond et al., 1995, Hopkins and Nicholson, 1999) afectan a la misma.

Por último, la mayoría de los autores no encuentran efecto del destete sobre las características sensoriales de la carne (Summers et al., 1978, Sañudo et al., 1998a, Vipond et al., 1995, Alcalde et al., 1999), lo que estaría de acuerdo con nuestros resultados.

Como se ha comentado, no hemos encontrado un patrón general en las relaciones entre la apreciación global y el resto de las variables estudiadas. Así, el tipo *L-PS* presentó los valores más altos para la apreciación global ya que presentó los valores más altos para a terneza y para la jugosidad. Sin embargo, el tipo *S-M* presentó valores altos para la terneza, jugosidad e intensidad de flavor a cordero pero sus notas para la apreciación global están por debajo de la media. Igualmente, el tipo *S-PS* presentó las notas más altas para la intensidad de olor a cordero y para la intensidad de flavor a cordero y a grasa y su nota para la apreciación global estuvo claramente por de-

bajo de la media, mientras que el tipo *L-E* presentó la carne con menor intensidad olor a cordero e intensidad de flavor a cordero y a grasa y su nota de apreciación global se situó prácticamente en la media. Por último, y análogamente, el tipo *S-PE* presentó también valores intermedios para la apreciación global con altas notas en la intensidad de olor a cordero y las notas más bajas para la terneza. Alfonso (2000), trabajando con 12 tipos ovinos diferentes, describió que la apreciación puede explicarse sólo parcialmente por la terneza, el flavor a cordero y la jugosidad.

En el análisis discriminante puede verse que la carne de los animales del tronco S presentó mayor intensidad de flavor que la carne del tronco L, mientras que la última presentaba, en general, mayor terneza que la primera. Los lechales del tronco IB se situaron más próximos a los corderos del tronco L que a los del tronco S. Dentro del tronco L, los animales del lote E estuvieron claramente separados del resto porque presentaron una carne menos tierna y con menor flavor, lo que se tradujo en las notas de apreciación global más bajas. En la parte central del dibujo se localizan los lechales de los tres troncos raciales. Los lechales de los troncos L e IB presentaron una carne menos tierna que los corderos ligeros del tronco L y una terneza muy similar a la de la carne de los corderos ligeros del tronco S. Sin embargo, la carne de los lechales del tronco S resultó más tierna que la del resto de los lechales y que la de los corderos ligeros de su mismo tronco. Por último, puede verse que los corderos ligeros del tronco S, independientemente de la dieta, se situaron en el cuadrante inferior derecho del dibujo.

La utilidad de las técnicas multivariantes ha sido demostrada por varios autores. Zurita-Herrera et al. (2011) demostraron que el análisis discriminante es capaz de distinguir entre

grupos de animales en función de las características sensoriales de su carne, separando de manera inequívoca los animales procedentes de un sistema ecológico de los criados en estabulación. Por otro lado, Alfonso (2000), en un experimento con 12 tipos ovinos europeos describió que la terneza y el flavor fueron las dos variables que explicaron la agrupación de animales, con el flavor claramente discriminando entre los animales procedentes del Sur de Europa (animales ligeros, jóvenes y criados con concentrado) y los animales procedentes del Norte de Europa (de mayor edad y criados con pasto). La alta variabilidad de los datos puede explicar que el porcentaje de casos clasificados correctamente en su grupo (Tabla 4) no sea excesivamente alto, especialmente en el tronco *Ligeriensis*, en el que sólo el 38,9% se clasificó de acuerdo con lo previsto, situándose un 30,0% de los casos en el tronco *Studeri* y un 31,1% en el *Ibericus*. Sin embargo, la significación del la Lambda de Wilks ($P < 0,001$) indica que las variables utilizadas en el análisis son capaces de discriminar correctamente entre grupos.

El patrón de agrupamiento observado en el análisis discriminante puede verse también en la Figura 2. Nuestros resultados parecen indicar que en animales jóvenes, la raza tiene mayor influencia sobre las características de la carne que el peso al sacrificio o la dieta, lo que estaría de acuerdo con las conclusiones de otros estudios (Sañudo et al., 1997, Martínez-Cerezo et al., 2005, Teixeira et al., 2005).

A partir de los presentes resultados, se puede concluir que en corderos muy jóvenes, la genética es más importante que otros factores, como el peso al sacrificio, el sexo, la dieta o el destete, a la hora de definir las propiedades sensoriales de la carne. El análisis discriminante fue capaz de separar los animales en función del tronco racial de pertenencia pero no en función del peso de sacrificio o la dieta.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Asociación de Criadores de la raza Ansotana (ANCOAN) y al Dr. Folch la provisión de parte del material experimental. Asimismo, agradecen a L. Cascarosa, y al personal del CITA de Aragón y de la Estación Experimental de La Garcipollera su asistencia técnica.

Los distintos experimentos han sido financiados por los siguientes proyectos: INIA-FEDER RTA2003-031, INIA-FEDER RZ2004-028, INIA-FEDER RTA2008-0098: INIA FEDER - RZ2010-002.

Bibliografía

- Alcalde MJ, Sañudo C, Osorio JC, Olleta JL and Sierra I, 1999. Evaluación de la calidad de la canal y de la carne en canales ovinas ligeras de tipo comercial "Ternasco". *ITEA* 95: 49-64.
- Alfonso M, 2000. *Caracterización sensorial y aceptabilidad de la carne de doce tipos ovinos representativos de distintos sistemas de producción europeos*. PhD Thesis University of Zaragoza.
- Álvarez-Rodríguez J, Monleón E, Sanz A, Badiola JJ and Joy M, 2011. Rumen fermentation and histology in *cordero ligeros* as affected by forage supply and lactation length. *Research in Veterinary Science*. doi:101016/jrvsc201103010.
- Alvi AS, 1980. The influence of sex status on meat quality characteristics in sheep. *Fleischwirtsch* 60: 2037-2042.
- Angood KM, Wood JD, Nute GR, Whittington FM, Hughes SI and Sheard PR, 2008. A comparison of organic and conventionally-produced lamb purchased from three major UK supermarkets: price eating quality and fatty acid composition. *Meat Science* 78: 176-184.
- Buttler-Hog BW, Francombe MA and Dransfield E, 1984. Carcass and meat quality of ram and ewe lambs. *Animal Production* 39: 107-113.
- Campo MM, Sañudo C, Panea B, Alberti P and Santolaria P, 1999. Breed type and ageing time effects on sensory characteristics of beef strip loin steaks. *Meat Science* 51: 383-390.
- Carrasco S, 2008. Efecto del sistema de alimentación sobre el crecimiento y la calidad de la canal y de la carne de corderos ligeros de raza Churra Tensina. PhD Thesis, University of Zaragoza, Spain.
- Carrasco S, Ripoll G, Sanz A, Álvarez-Rodríguez J, Panea B, Revilla R and Joy M, 2009a. Effect of feeding system on growth and carcass characteristics of Churra Tensina light lambs. *Livestock Science* 121: 56-63.
- Carrasco S, Panea B, Ripoll G, Sanz A and Joy M, 2009b. Influence of feeding systems on cortisol levels fat colour and instrumental meat quality in light lambs. *Meat Science* 83: 50-56.
- Crouse JD, Field RA, Chant JL, Ferrel CR, Smith GM and Harrison VL, 1978. Effect of dietary energy intake and palatability of different weight carcasses from ewe and ram lambs. *Journal of Animal Science* 47: 1207-1218.
- Dransfield E, Nute GR, MacDougall DB and Rhodes DN, 1979. Effect of sire breed on eating quality of cross-breed lambs. *Journal of Science of Food and Agricultural* 30: 805-808.
- Dransfield E, Nute GR, Hogg BW and Walters BR, 1990. Carcass and eating quality of ram castrated ram and ewe lambs. *Animal Production* 50: 291-299.
- Ellis M, Webster GM, Merrel BG and Brown I, 1997. The influence of terminal sire breed on carcass composition and eating quality of cross-breed lambs. *Animal Science* 64: 77-86.
- Fhamy DC, Harrison DL and Anderson LL, 1992. Lamb and beef roast cooked from the frozen state dry and moist heat. *Journal of Food Science* 37: 226-229.
- Field RA, Willimas JC, Ferrell CL, Crouse JD and Kunsman JR, 1978. Dietary alteration of palatability and fatty acids in meat from light and heavy weight ram lambs. *Journal of Animal Science* 47: 858-864.

- Fisher AV, Enser M, Richardson RI, Wood JD, Nute GR, Kurt E, Sinclair LA and Wilkinson RG, 2000. Fatty acid composition and eating quality of lamb types derived from four diverse breed x production systems. *Meat Science* 55: 141-147.
- Hawkins RR, Kemp JD, Ely DG, Fox JD, Moody WG and Vimini RJ, 1985. Carcass and meat characteristics of crossbreed lambs born to ewes of different genetic types and slaughtered at different weights. *Livestock Production Science* 12: 241-250.
- Hernando S, Rovira J and Jaime I, 1996. Influence of carcass weight on the quality of *cordero ligero* meat. In: 42nd International Congress of Meat Science and Technology, Lillehammer, Norway, 1-6 September 1996, pp. 338-339. Oxford: Elsevier Applied Science.
- Hopkins DL and Nicholson A, 1999. Meat quality of whether lambs grazed on saltbush, (*Atriplex nummularia*) plus supplements or lucerne (*Medicago sativa*). *Meat Science* 51: 91-95.
- Jeremiah LE, Tong AKW and Gibson LL, 1998. The influence of lamb chronological age slaughter weight and gender on flavour and texture profiles. *Food Research International* 31: 227-242.
- Jordana J and Ribó O, 1991. Relaciones filogenéticas entre razas ovinas españolas obtenidas a partir del estudio de caracteres morfológicos. *Investigación Agraria: Producción y Sanidad Animal* 63: 225-237.
- Kemp JD, Johnson AE, Stewart DF, Ely DG and Fox JD, 1976. Effect of dietary protein carcass weight and sex on carcass composition organoleptic properties and cooking losses of lamb. *Journal of Animal Science* 42: 575-583.
- Kemp JD, Mahyuddin DG, Ely DG, Fox JD and Moody WG, 1981. Effect of feeding system on organoleptic properties and fatty acid composition of lamb. *Journal of Animal Science* 51: 321-330.
- Martínez-Cerezo S, Sañudo C, Medel I and Olleta JL, 2005. Breed slaughter weight and ageing time effects on sensory characteristics of lamb. *Meat Science* 69: 571-578.
- McCaughy WP and Clipef RL, 1995. Carcass and organoleptic characteristics of meat from steers grazed on alfalfa/grass pastures and finished on grain. *Canadian Journal of Animal Science* 76: 149-152.
- Oury MP, Picard B, Briand M, Blanquet JP and Dumont R, 2009. Interrelationships between meat quality traits texture measurements and physicochemical characteristics of M rectus abdominis from Charolais heifers. *Meat Science* 83: 293-301.
- Panea B, Joy M, Ripoll G, Boscolo J and Albertí P, 2010. Características de la canal y de la carne del lechal de raza Ansotana: efecto del sexo. *ITEA* 106: 1-16.
- Panea B, Carrasco S, Ripoll G and Joy M, 2011a. Diversification of feeding systems for *cordero ligeros*: sensory characteristics and chemical composition of meat. *Spanish Journal of Agricultural Research* 9: 66-73.
- Panea B, Ripoll G, Ripoll-Bosch R, Blasco I, Falo F and Joy M, 2011b. Calidad sensorial de lechales de raza Ojinegra de Teruel. In: *XIV Jornadas sobre Producción Animal*, ed. Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario), Zaragoza, España, 17-18 mayo 2011, pp. 739-741.
- Paul PC, Torten J and Spurlock GM 1964 Eating quality of lamb. I. Effect of age. *Food Tech* 18 1779-1782.
- Pollot GE, Guy DR and Croston D, 1994. Genetic parameters of lamb carcass characteristics and three end-points: fat level age and weight. *Animal Production* 58: 65-75.
- Priolo A, Micel D, Agabiel J, Prache S and Dransfield E, 2002. Effect of grass or concentrate feeding on lamb carcass and meat quality. *Meat Science* 62: 179-185.
- Ripoll G, Joy M, Muñoz F and Albertí P, 2008. Meat and fat colour as a tool to trace grass-feeding systems in *cordero ligero* production. *Meat Science* 80: 2 239-248.
- Ripoll G, Joy M and Sanz A, 2010. Estimation of carcass composition by ultrasound measurements in 4 anatomical locations of 3 commercial categories of lamb. *Journal of Animal Science* 88:3409-3418.
- Rousset-Akrim S, Young OA and Berdagué JL, 1997. Diet and growth effects in panel assessment of sheep meat odour and flavour. *Meat Science* 45: 169-181.

- Sanz A, Álvarez-Rodríguez J, Cascarosa L, Ripoll G, Carrasco S, Revilla R and Joy M, 2008. Características de la canal de los tipos comerciales de cordero lechal ternasco y pastenco en la raza Churra Tensina. *ITEA* 104: 42-57.
- Sañudo C, Santolaria MP, María G, Osorio M and Sierra I, 1996. Influence of carcass weight on instrumental and sensory lamb meat quality in intensive production systems. *Meat Science*: 42 195-202.
- Sañudo C, Campo MM, Sierra I, María GA, Olleta JL and Santolaria P, 1997. Breed effect on carcass and meat quality of *lechal* lambs. *Meat Science* 46: 357-365.
- Sañudo C, Nute GR, Campo MM, Maria G, Baker A, Sierra I, Enser ME and Wood JD, 1998a. Assessment of commercial lamb meat quality by British and Spanish taste panels. *Meat Science* 48: 91-100.
- Sañudo C, Sánchez A and Alfonso M, 1998b. Small Ruminant Production systems and factors affecting lamb meat quality. *Meat Science* 49: no suppl 1 S29-S64.
- Sierra I, 2002. *Razas aragonesas de Ganado*. Leeds: Gobierno de Aragón.
- Solomon MB, Kemp JD, Moody WG, Ely DG and Fox JD, 1980. Effect of breed and slaughter weight on physical chemical and organoleptic properties of lamb carcasses. *Journal of Animal Science* 51: 1102-1107.
- Solomon MB, Lynch GP and Berry BW, 1986. Influence of animal diet and carcass electrical stimulation on the quality of meat from youthful ram lambs. *Journal of Animal Science* 62: 139-146.
- Summers RL, Kemp JD, Ely DG and Foz J D, 1978. Effects of weaning feeding systems and sex of lamb on lamb carcass characteristics and palatability. *Journal of Animal Science* 47: 622-629.
- Teixeira A, Batista S, Delfa R and Cadavez V, 2005. Lamb meat quality of two breeds with protected origin designation Influence of breed sex and live weight. *Meat Science* 71: 530-536.
- Tejeda JF, Pena RE and Andres AI, 2008. Effect of live weight and sex on physico-chemical and sensorial characteristics of Merino lamb meat. *Meat Science* 80: 1061-1067.
- Valdimarsdottir T, Thorkelsson G and Thorsteinsson S, 1998. Sensory quality of lambs meat of rams and weathers at different ages. In: *44th International Congress of Meat Science and Technology*, Barcelona, Spain, 30th August- 4th September 1998, pp. 774-775.
- Vergara H, Molina A and Gallego L, 1999. Influence of sex and slaughter weight on carcass and meat quality in *cordero ligeros* produced in intensive systems. *Meat Science* 52: 221-226.
- Vergara H and Gallego L, 1999. Effect of type of *lechal* and length of lactation period on carcass and meat quality in intensive production systems. *Meat Science* 53: 211-215.
- Vipond JE Marie S Hunter EA, 1995. Effect of clover and milk in the diet of grazed lambs on meat quality. *Journal of Animal Science* 60: 231-238.
- Zurita-Herrera P, Delgado JV, Arguello A and Camacho ME, 2011. Multivariate analysis of meat production traits in Murciano-Granadina goat kids. *Meat Science* 88: 447-453.

(Aceptado para publicación el 18 de marzo de 2013)